

# 雲水および雨のパラメタリゼーションによる スコールライン構造の変化

馬場雄也(地球シミュレータ)

## 1. はじめに

メソ気象から大循環まで、コンピュータの進歩とともに雲解像モデルの適用範囲は拡大しつつあるが、モデル要素のうち、最も不確実性が高いと考えられる雲の挙動を表す雲微物理スキームには積雲スキームと同様に多くのチューニングパラメータが存在する。ほとんどの場合、ある程度の再現性を得ることはできるが、単一のパラメータで全ての気象現象を正確に再現することは難しい。これは雲解像モデルで一つ一つの対流が解像する雲微物理スキームでさえもモデルパラメータに依存した不確実性を内包することに起因している。加えて、パラメータチューニングだけでは現象の再現や長期的エネルギーバランスを得ることができない場合、素過程のパラメタリゼーションそのものを変更する必要がある。これはチューニングではパラメタリゼーションの限界を超えることができない場合に相当する。

以上の背景から、雲微物理スキームの持つ不確実性はチューニングパラメータとパラメタリゼーションの2つに存在していることが言える。本研究では一般的なパラメタリゼーションを素過程に採用した2モーメント雲微物理スキーム[1]を用いて、雲水・雨のチューニングパラメータおよびパラメタリゼーションによるスコールライン構造の変化を解析することで、モデルの不確実性を明らかにすることを目的とする。

## 2. モデル設定および結果

スコールライン実験は WRF に実装されている理想実験設定に従う[2]。モデル設定については、雲水と雨は液体で構成されているので、氷に比べるとチューニングパラメータは少なく、雲水から雨水への転換に関するパラメータ、**particle index** (粒径の分散パラメータ)、落下係数などがチューニングパラメータとなる。スコールラインの構造を決定する要因としてコールドプールの形成が対流の持続には重要であり、ここでは解析するパラメータとして落下係数を取り扱う。落下係数は中緯度では  $c=842$ ,  $d=0.8$  が多いが、熱帯では  $c=130$ ,  $d=0.5$  が使用されている[3]。同様に構造変化に大きな影響を及ぼすと考えられるのが雲水から雨水への転換と、雨水の分裂過程であり、前者では Berry (1986) [4]、Cohard & Pinty (2000) [5]と Seifert & Beheng (2001) [6]を比較し、後者では Cohard & Pinty (2000)および Seifert (2008) [7]のパラメタリゼーションを比較する。

パラメータおよびパラメタリゼーションをオリジナルモデルと同一としたコントロールケースから、落下係数およびパラメタリゼーションを変化させてスコールライン構造の変化を解析した。シミュレーション結果を解析したところ、落下係数を熱帯の値

に変えることで弱い雨が増えることが降水のホフメラー図から分かった(図1)。これは雨水の落下速度が変化することで、コールドプールの冷却強度が変化し、対流と落下のサイクルが変化したことによる原因があると考えられる。雲水から雨への転換のパラメタリゼーションを変化させたところ、対流性降水の構造が変化した。雲水の数密度を用いたパラメタリゼーション[4][5]では前線の前方に降水強度の高い領域が現れる一方、混合比だけで構築されたモデル[6]は前線のより後方に降水が強い領域が現れる。雨水の分裂過程ではパラメタリゼーションを変えることで[7]、より弱い降水が増えることが分かった。これは分裂過程により、より多くの雨水が分裂するようになったことに原因がある。

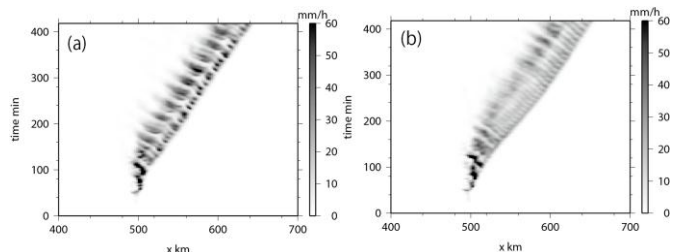


Fig.1: Hovmöller diagram of precipitation. (a) CTRL, (b) fall speed coefficients are modified.

## 3. まとめ

雲微物理スキームのチューニングパラメータとして雨の落下係数、パラメタリゼーションとして降水と雨水分裂過程を変化させ、スコールライン構造の変化を解析した。構造の変化は降水に顕著に現れ、落下係数と分裂過程は降水強度に大きな影響を及ぼすことが分かり、雲水から雨への転換のパラメタリゼーションは対流性降水の変化に影響を持つことが分かった。

## 参考文献

- [1] Lim, K.-S., Hong, S.-Y., Mon. Wea. Rev., Vol.138 (2010), pp.1587-1612.
- [2] Weisman, M., Klemp, J. B., Mon. Wea. Rev., Vol.110 (1982), pp.504-520.
- [3] Grabowski, W. W., J. Atmos. Sci., Vol.55 (1998), pp.3283-3298.
- [4] Berry, E. X., Amer. Meteor. Soc., (1986), pp.81-85.
- [5] Cohard, J.-M., Pinty, J.-P., Q. J. R. Meteor. Soc., Vol.126 (2000), pp.1815-1842.
- [6] Seifert, A., Beheng, K.D., Atmos. Res., Vol.59 (2001), pp.265-281.
- [7] Seifert, A., J. Atmos. Sci., Vol.65 (2008), pp.3608-3619.